

XP-002262782

AN - 1998-108509 [10]

AP - NL19961003167 19960520

CPY - STAM

DC - A32

FS - CPI

IC - B29C53/06 ; B29C53/84 ; B29C70/40

IN - MARISSSEN R; STERK J C; VAN DER DRIFT L T

MC - A11-B08B A12-S07 A12-S08

PA - (STAM) DSM NV

PN - NL1003167C C2 19971121 DW199810 B29C53/06 024pp

PR - NL19961003167 19960520

XA - C1998-035545

XIC - B29C-053/06 ; B29C-053/84 ; B29C-070/40

AB - NL1003167 Fibre-reinforced plastic plates are heated along a strip on the opposite side to the bend line to the required forming temperature, bent to the desired angle, and cooled. During bending, at least a part of the strip is subjected to a perpendicular force with a constant component in the plane of the plate along the strip.

- Also claimed are: (1) a fibre-reinforced plastic plate bent by the method described above without a surface layer on the convex side of the bend; and (2) an apparatus for bending the plate as described above with means for heating the strip, where the bending means are arranged so that the reinforcing fibres in the heated strip are forced to remain in the plane of the plate in a regular pattern.

- USE - Used for the bending of fibre-reinforced plastic plates without distortion of the fibres.

- ADVANTAGE - The method and apparatus are simple. The fibres remain in the plate plane and maintain strength and stability in application.

- (Dwg.1/4)

IW - BEND REINFORCED PLASTIC PLATE FIBRE DISTORT COMPRISE HEAT FIBRE REINFORCED PLASTIC PLATE STRIP OPPOSED SIDE BEND LINE REQUIRE FORMING TEMPERATURE BEND ANGLE COOLING

IKW - BEND REINFORCED PLASTIC PLATE FIBRE DISTORT COMPRISE HEAT FIBRE REINFORCED PLASTIC PLATE STRIP OPPOSED SIDE BEND LINE REQUIRE FORMING TEMPERATURE BEND ANGLE COOLING

INW - MARISSSEN R; STERK J C; VAN DER DRIFT L T

NC - 001

OPD - 1996-05-20

ORD - 1997-11-21

PAW - (STAM) DSM NV

TI - Bending of reinforced plastic plates without fibre distortion - comprises heating the fibre-reinforced plastic plates along a strip on the opposite side to the bend line to the required forming temperature, bent to the desired angle, and cooled

A01 - [001] 018 ; P0000 ;

- [002] 018 ; ND05 ; ND07 ; J9999 J2915-R ; N9999 N6111 N6097 ; N9999 N5812-R ; N9999 N6177-R ; K9892 ; K9416 ; N9999 N5856 ; B9999 B4035 B3930 B3838 B3747 ;

- [003] 018 ; A999 A419 ;

THIS PAGE BLANK (USPTO)

19



Bureau voor de
Industriële Eigendom
Nederland

11 1003167

12 C OCTROOI²⁰

21 Aanvraag om octrooi: 1003167

51 Int.Cl.⁸
B29C53/06, B29C53/84, B29C70/40

22 Ingediend: 20.05.96

41 Ingeschreven:
21.11.97

47 Dagtekening:
21.11.97

45 Uitgegeven:
02.02.98 I.E. 98/02

73 Octrooihouder(s):
DSM N.V. te Heerlen.

72 Uitvinder(s):
Roelof Marissen te Born
Leonardus Theodorus van der Drift te Delft
Jan Cornelis Sterk te Rossum

74 Gemachtigde:
Drs. W.C.R. Hoogstraten c.s. te 6160 MA
Geleen.

54 Werkwijze en inrichting voor het vouwen van vezelversterkte kunststofplaten en hiermee verkregen voorwerpen.

57 De uitvinding betreft een werkwijze voor het vouwen van een vezelversterkte kunststofplaat, waarbij een zich langs weerszijden van de beoogde vouwnaad uitstreckende strook van de plaat wordt verwarmd tot de geschikte vormgevingstemperatuur van de kunststof, de plaat om de verwarmde vouwnaad wordt gevouwen tot de beoogde vouwhoek, waarna de strook wordt afgekoeld tot onder de vormgevingstemperatuur van de kunststof en wordt gekenmerkt doordat de strook tijdens het buigen aan de convexe zijde van de plaat althans over een gedeelte van haar breedte wordt onderworpen aan een loodrechte drukkracht, waarbij de drukkracht tevens een van nul verschillende component heeft in het vlak van de plaat in de langsrichting van de strook.
De uitvinding heeft eveneens betrekking op een inrichting voor het uitvoeren van de werkwijze.

NL C 1003167

De inhoud van dit octrooi komt overeen met de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekeningen.

5 WERKWIJZE EN INRICHTING VOOR HET VOUWEN VAN
 VEZELVERSTERKTE KUNSTSTOFPLATEN EN
 HIERMEE VERKREGEN VOORWERPEN

10 De uitvinding heeft betrekking op een
 werkwijze voor het vouwen van vezelversterkte
 kunststofplaten, waarbij een zich langs weerszijden van
 de beoogde vouwnaad uitstreckende strook van de plaat
 wordt verwarmd tot de geschikte vormgevingstemperatuur
 van de kunststof, de plaat om de verwarmde vouwnaad
15 wordt gevouwen tot de beoogde vouwhoek, waarna de
 strook wordt afgekoeld tot onder de
 vormgevingstemperatuur van de kunststof. De uitvinding
 heeft eveneens betrekking op een inrichting voor het
 vouwen van vezelversterkte kunststofplaten.

20 Een bekende werkwijze voor het vouwen van
 vezelversterkte kunststofplaten wordt beschreven door
 W.H.M. van Dreumel in : "Origami-Technology, Creative
 Manufacturing of Advanced Composites Parts", Composite
 Polymers, Vol.3, Nr.1, 1990. Deze publikatie beschrijft
25 een werkwijze waarbij een gedeelte van de
 kunststofplaat wordt verwarmd, bijvoorbeeld door deze
 in kontakt te brengen met een elektrisch verwarmde
 draad, waarna de kunststofplaat om het verwarmde
 gedeelte wordt gevouwen. Deze werkwijze wordt doorgaans
30 aangeduid met "Thermofolding". De werkwijze heeft als
 groot voordeel dat ze uitermate simpel is. Doordat
 slechts een gedeelte van de plaat dient opgewarmd te
 worden is ze bovendien economischer dan de gangbare
 vormgevingswerkwijze voor vezelversterkte
35 kunststofplaten, waarbij de kunststofplaat in haar
 geheel wordt verwarmd tot boven de
 vormgevingstemperatuur van de kunststof, en in deze
 verwarmde toestand bijvoorbeeld door persing tot het
 eindprodukt wordt omgevormd.

1 0 0 3 1 6 7

Een nadeel van de bekende werkwijze is dat ter plekke van de vouwnaad, aan de convexe zijde van de gevouwen plaat, een gedeelte van de plaat in de dikterichting uitknikt. Hetzelfde fenomeen treedt
5 bijvoorbeeld ook op bij het vouwen van karton. Dit uitknikken is inherent aan de "Thermofolding" werkwijze en wordt door de vakman geaccepteerd als een onvermijdelijk kwaad, zoals wordt opgemerkt in bovengenoemde publikatie op pagina 35, laatste
10 paragraaf. Met "convexe zijde" van de plaat wordt in het kader van deze aanvraag bedoeld de zijde van de gevouwen plaat, die zich aan de kant van de buigas bevindt. Het uitknikken van de plaat, dat met name gemakkelijk optreedt bij het vouwen van gelaagde
15 platen, is om esthetische redenen ongewenst. Bij het vouwen van een vezelversterkte plaat treedt bovendien een ernstige verzwakking op van de plaat ter plekke van de vouwnaad omdat in het uitgeknikte gebied de vezels, die de hoge sterkte en stijfheid van de plaat bepalen,
20 mede uitknikken. Dit uitknikken van de vezels verlaagt de stabiliteit en weerstand tegen vervorming van de plaat aanzienlijk, mede ook omdat veel vezels ter plekke van de vouwnaad breken. Door het uitknikken treedt bovendien holtevorming op in de plaat wat de
25 integriteit van de plaat aantast. Een plaat, gevouwen volgens de bekende werkwijze verliest doorgaans tenminste 80 % van haar buigsterkte.

De uitvinding beoogt een werkwijze voor het vouwen van vezelversterkte kunststofplaten te
30 verschaffen, die bovengenoemde nadelen niet bezit.

De werkwijze voor het vouwen van vezelversterkte kunststofplaten, waarbij een zich langs weerszijden van de beoogde vouwnaad uitstrekken-
strook van de plaat wordt verwarmd tot de geschikte
35 vormgevingstemperatuur van de kunststof, de plaat om de verwarmde vouwnaad wordt gevouwen tot de beoogde vouwhoek, waarna de strook wordt afgekoeld tot onder de

1003167

vormgevingstemperatuur van de kunststof heeft daartoe het kenmerk dat de strook tijdens het buigen aan de convexe zijde van de plaat althans over een gedeelte van de breedte van de strook wordt onderworpen aan een
5 loodrechte drukkracht, waarbij de drukkracht tevens een van nul verschillende componente heeft in het vlak van de plaat in de langsrichting van de strook.

Door tijdens het vouwen een drukkracht uit te oefenen ter plekke van de vouwnaad wordt vermeden dat
10 de vezelversterkte plaat in haar dikterichting uitknikt, wat vanuit esthetisch oogpunt gunstig is. Door bovendien een deel van de drukkracht in het vlak van de plaat uit te oefenen en op zulke wijze dat deze drukkracht in de langsrichting van de verwarmde strook
15 rond de vouwnaad wordt uitgeoefend wordt bereikt dat de versterkingsvezels in de plaat niet breken doch in het vlak van de plaat uitknikken volgens een regelmatig patroon. Ten opzichte van de gevouwen plaat verkregen volgens de bekende werkwijze wordt tenminste een
20 verdubbeling van de vervormings- en breukweerstand in buiging bereikt.

Een bijkomend voordeel van de werkwijze volgens de uitvinding is dat de in het vlak van de plaat uitgeknikte vezels worden ondersteund door andere
25 in de plaat aanwezige vezels, bijvoorbeeld door niet of nauwelijks uitgeknikte vezels die zich bevinden in een andere laag dan de laag die de uitgeknikte vezels bevat, en die zich uitstrekken in de richting van de vouwnaad. Dit komt de integriteit en de weerstand tegen
30 vervorming van de plaat verder ten goede.

De werkwijze volgens de uitvinding wordt bij voorkeur gekenmerkt doordat de verhouding van de drukkrachtcomponente in de langsrichting van de strook tot de drukkrachtcomponente loodrecht op het vlak van
35 de strook tenminste de tangens van 10 graden bedraagt. Met nog meer voorkeur bedraagt de verhouding van de drukkrachtcomponente in de langsrichting van de strook

1003167

tot de drukkrachtcomponente loodrecht op het vlak van de strook tenminste de tangens van 20 graden. Hierdoor wordt een verder verhoogde buigstijfheid en -sterkte bereikt van de gevouwen plaat.

5 Voor het vouwen van de kunststofplaat is essentieel dat althans een gedeelte van de plaat, d.w.z. een zich langs weerszijden van de beoogde vouwnaad uitstrekkende strook van de plaat, wordt verwarmd tot de geschikte vormgevingstemperatuur van de
10 kunststofplaat.

Onder geschikte vormgevingstemperatuur wordt in het kader van deze aanvraag verstaan de temperatuur die de kunststofplaat dient aan te nemen om haar gemakkelijk te kunnen vervormen. De
15 vormgevingstemperatuur is afhankelijk van het in de vezelversterkte kunststofplaat gebruikte thermoplastisch polymeer en komt bijvoorbeeld, in het geval het polymeer (semi)-kristallijn is, overeen met de smelttemperatuur van het thermoplastisch polymeer.
20 Voor een amorfe thermoplast komt de vormgevingstemperatuur overeen met die temperatuur waar de kunststof een sterke daling in stijfheid ondergaat. De vormgevingstemperatuur van een vezelversterkte kunststofplaat is de vakman bekend en kan door hem
25 gemakkelijk worden ingesteld door proefneming en informatie van de fabrikant van de kunststofplaat. De vormgevingstemperatuur in de werkwijze volgens de uitvinding verschilt niet van de voor de vezelversterkte kunststofplaat gebruikelijke
30 vormgevingstemperatuur in andere vormgevingswerkwijzen, zoals bijvoorbeeld in de bekende werkwijze voor het vouwen van een dergelijke kunststofplaat.

Het verwarmen van de strook kan op elke bekende wijze gebeuren. Zo is het mogelijk
35 kontaktverwarming te gebruiken, d.w.z. een verwarming van de strook door deze in kontakt te brengen met een warme bron, bijvoorbeeld een warm metalen profiel,

1003167

welke bron een gedeelte van haar warmte overdraagt op de strook. Ook is het mogelijk de strook te verwarmen door stralingswarmte, bijvoorbeeld door middel van infrarood lampen. In een geschikte werkwijze wordt de
5 strook aan beide zijden van de kunststofplaat verwarmd tot de vormgevingstemperatuur van de kunststof. Het is tevens mogelijk de strook slechts aan één zijde van de plaat te verwarmen. Dit kan bijvoorbeeld bij dunnere kunststofplaten, omdat bij dergelijke platen het
10 warmtetransport over de dikte van de plaat snel verloopt. Het moge duidelijk zijn dat de werkwijze volgens de uitvinding niet beperkt is tot een specifieke manier van opwarmen van de strook.

Het is voordelig de werkwijze volgens de
15 uitvinding te kenmerken doordat de breedte B waarover de strook wordt verwarmd tot de vormgevingstemperatuur van de kunststof zodanig gekozen is dat :

$$20 \quad (R + t) \cdot \theta < B < 5 \cdot (R + t) \cdot \theta$$

waarin R = kromtestraal van de vouw in mm

t = plaatdikte in mm

θ = vouwhoek in radialen

25 Met de meeste voorkeur wordt de werkwijze gekenmerkt doordat de breedte B waarover de strook wordt verwarmd tot de vormgevingstemperatuur van de kunststof zodanig gekozen is dat :

$$30 \quad 1,5 \cdot (R + t) \cdot \theta < B < 2,5 \cdot (R + t) \cdot \theta$$

waarin R = kromtestraal van de vouw in mm

t = plaatdikte in mm

θ = vouwhoek in radialen

35 Door de strook over de breedte B te verwarmen wordt bereikt dat de versterkingsvezels van de

1003167

kunststofplaat die zich buiten doch in de nabijheid van de verwarmde strook bevinden nagenoeg niet worden belast tijdens het vouwen van de plaat. Dit komt de sterkte van de gevormde vouwnaad verder ten goede.

5 In principe is de werkwijze volgens de uitvinding geschikt voor het vouwen van elke gelaagde kunststofplaat, waarbij de mogelijkheid bestaat dat tenminste één laag in de dikterichting uitknikt tijdens het vouwen van de plaat. De werkwijze is bijzonder
10 geschikt voor het vouwen van een kunststofplaat die versterkingsvezels bevat. Een dergelijke kunststofplaat bestaat doorgaans uit versterkingsvezels, welke geïmpregneerd zijn met een thermoplastisch polymeer. Het thermoplastisch polymeer kan gekozen worden uit
15 alle mogelijke thermoplastische (co)polymeren zoals polyamides (PA), bijvoorbeeld nylon-6, nylon-6.6, nylon-4.6, nylon-8, nylon-6.10, nylon-11, nylon-12, etc., polyolefinen, bijvoorbeeld polypropreen (PP), polyetheen (PE), polytetrafluoroethyleen (PTFE),
20 polyphenyleenether (PPE of PPO), etc., amorfe en/of kristallijne polyesters zoals polyalkyleentereftalaten, bijvoorbeeld polyetheen tereftalaat (PETP of PET), polybuteen tereftalaat (PBT), etc., of polyimides (PI), zoals bijvoorbeeld polyetherimide (PEI), polyamideimide
25 (PAI), of polymethyl(meth)acrylaat (PMMA), polyethermethacrylaat (PEMA). Verder kunnen polyphenyleensulfide (PPS), polyvinylen zoals polyvinylalcohol (PVA), polyvinylacetaat (PVAc), ethyleenvinylacetaat (EVA), polyvinylchloride (PVC),
30 polyvinylideenchloride (PVDC), copolymeren van vinylchloride en vinylideenchloride of polyvinylideenfluoride (PVDF), polyethyleenglycol (PETG), styreenhoudende copolymeren zoals al of niet rubberhoudende polystyreen (PS), styreen-
35 acrylonitrilcopolymeren (SAN), acrylonitril-butadien-styreencopolymeren (ABS), styreen maleïnezuuranhydride (SMA), polyacrylonitril (PAN), polyaryleensulfideketon,

1003167

polyoxymethyleen (POM), polycarbonaat (PC), polyethers
(PEth), polyetherketon (PEK), polyetherketonketon
(PEKK), polyetheretherketon (PEEK), polyacetalen,
polyacrylzuur, polyurethanen (PUR), polyarylszuur (PAA),
5 celluloseesters, polybenzimidazole (PBI), en blends van
genoemde thermoplasten worden toegepast. Bovenstaande
lijst thermoplastische polymeren wordt gegeven ten
titel van voorbeeld. Het moge duidelijk zijn dat de
werkwijze volgens de uitvinding niet beperkt is tot het
10 vouwen van kunststofplaten die bovengenoemde
thermoplasten bevatten.

De versterkingsvezels in de kunststofplaat
kunnen bestaan uit ieder mogelijk materiaal en kunnen
uitgevoerd zijn in ieder mogelijke vorm. Voorbeelden
15 van geschikt vezelmateriaal zijn glas, koolstof,
aramide, siliciumcarbide, aluminiumoxide, asbest,
keramiek, grafiet, metaal of een verstrekte kunststof,
zoals bijvoorbeeld ultrahoogmoleculair polyetheen, of
combinaties daarvan. Bij voorkeur bestaat het
20 vezelmateriaal uit glas, koolstof, aramide of
ultrahoogmoleculair polyetheen.

De versterkingsvezels kunnen in verschillende
vormen in de kunststofplaat aanwezig zijn. Zo kunnen ze
bijvoorbeeld aanwezig zijn in de vorm van een mat, een
25 vlies of een weefsel, een vlechtsel of breisel, of een
verzameling van nagenoeg parallel aan elkaar verlopende
unidirectioneel gerichte vezels. De vezels kunnen een
eindige lengte hebben, bijvoorbeeld een lengte tussen
0,1 mm en 150 mm. Ook is het mogelijk dat de vezels
30 ononderbroken in de kunststofplaat aanwezig zijn
(continue vezels). Een kunststofplaat kan opgebouwd
zijn uit meerdere lagen, die elk versterkingsvezels
bevatten die zich grotendeels uitstrekken in het vlak
van de laag. Een dergelijke kunststofplaat wordt een
35 gelaagde kunststofplaat genoemd. Dergelijke
kunststofplaten worden bijvoorbeeld beschreven in R.
Marissen et al., "Thermoplastic Composites with a High

1003167

Content of Continuous Aligned Fibres for Automotive Applications", Proc. ASM/ESD Conf., Dearborn, USA, 1991, en in J. Eckenberger et al., "TEPEX™, The Revolution in Mass-Production of Advanced Composites",
5 Composites, No. 8, 1995.

De werkwijze volgens de uitvinding is bijzonder geschikt voor toepassing bij het vouwen van gelaagde vezelversterkte kunststofplaten. De voordelen van de werkwijze volgens de uitvinding komen bij een
10 dergelijke plaat extra goed tot uiting, omdat bij gelaagde kunststofplaten ter hoogte van de vouwnaad relatief gemakkelijk uitknikken van een huidlaag (delaminatie) optreedt bij het vouwen.

Met meer voorkeur wordt de werkwijze volgens
15 de uitvinding gekenmerkt doordat zij wordt toegepast bij het vouwen van gelaagde vezelversterkte kunststofplaten, welke continue versterkingsvezels bevatten. Met de meeste voorkeur is een aanzienlijk deel van de versterkingsvezels in het vlak van de plaat
20 loodrecht georiënteerd op de vouwnaad. De voordelen van de werkwijze volgens de uitvinding komen bij een dergelijke plaat extra goed tot uiting, omdat de sterkte- en stijfheidsreductie veroorzaakt door de vouw verder wordt beperkt.

25 Bij voorkeur wordt de grootte van de op de convexe zijde uitgeoefende drukkracht dusdanig gekozen dat de verplaatsing van de huidlaag van de plaat aan de convexe zijde ten gevolge van het uitknikken van deze
30 huidlaag volledig wordt tegengegaan. Hierdoor wordt bereikt dat nagenoeg alle in de nabijheid van de vouwnaad gelegen versterkingsvezels volgens een regelmatig patroon zullen uitknikken in het vlak van de kunststofplaat. Dit komt de mechanische eigenschappen verder ten goede.

35 De uitvinding heeft tevens betrekking op een inrichting voor het vouwen van vezelversterkte kunststofplaten volgens de hierboven beschreven

1003167

werkwijze, omvattende verwarmingsmiddelen voor het verwarmen van een zich langs weerszijden van de beoogde vouwnaad uitstrekkende strook van de plaat, en buigmiddelen die de plaat om de verwarmde vouwnaad
5 kunnen vouwen tot de beoogde vouwhoek.

De inrichting heeft het kenmerk dat de buigmiddelen dusdanig zijn ingericht dat de strook tijdens het vouwen aan de convexe zijde van de plaat althans over een gedeelte van de breedte van de strook
10 wordt onderworpen aan een loodrechte drukkracht, waarbij de drukkracht tevens een van nul verschillende componente heeft in de langsrichting van de strook, een en ander zodanig dat de versterkingsvezels ter hoogte van de vouwnaad gedwongen worden in het vlak van de
15 plaat uit te knikken volgens een regelmatig patroon.

Ter verduidelijking van de inrichting volgens de uitvinding zal, onder verwijzing naar de figuren, een voorkeursuitvoering van de inrichting worden beschreven.

20 Figuur 1 is een schematische voorstelling van de buigmiddelen van een dergelijke voorkeursuitvoering.

Figuur 2 geeft schematisch de buigmiddelen weer van de bekende inrichting.

25 Figuur 3(a) geeft schematisch een volgens de stand der techniek gevouwen vezelversterkte kunststofplaat weer.

Figuur 3(b) is een schematische voorstelling van een vezelversterkte kunststofplaat, gevouwen volgens de inrichting van de uitvinding.

30 De buigmiddelen bestaan uit een drukdeel (1) en een daarmee samenwerkend aanslagdeel (2). Het drukdeel heeft een vooruitstekend profiel (1a), dat de vouwhoek θ bepaalt en bij het in werking zijn over een bepaald loopvlak in aanraking komt met de te vouwen
35 plaat. Het aanslagdeel (2) heeft een holte (2a) waarin het uitstekend profiel (1a) kan worden opgenomen, en een aanslagvlak (2b), dat evenwijdig verloopt met het

1 0 0 3 1 6 7

profiel (1a). Niet opgenomen in figuur 1 zijn de middelen om het drukdeel (1) naar het aanslagdeel (2) te kunnen verplaatsen. Deze middelen kunnen bijvoorbeeld worden gevormd door een mechanische trekbank. Het aanslagdeel (2) kan bijvoorbeeld op een horizontaal en stationair draagvlak van de trekbank worden aangebracht. Het drukdeel (1) kan dan, via bijvoorbeeld een pinverbinding A-A' worden verbonden met het beweegbaar deel van de trekbank. Door de trekbank in werking te stellen wordt het drukdeel (1) in de richting (z) naar beneden bewogen, komt in aanraking met de verwarmde strook van de kunststofplaat, die vervolgens wordt gevouwen totdat de niet-verwarmde gedeelten van de plaat tegen de loopvlakken van het aanslagdeel (2) worden aangedrukt. De inrichting volgens de uitvinding onderscheidt zich van de bekende inrichting, zoals weergegeven in Figuur 2, doordat het loopvlak van het profiel (1a) en het aanslagvlak (2b) schuin verlopen ten opzichte van de verplaatsingsrichting (z) onder een bepaalde tilthoek α met het horizontale vlak, waarbij het horizontale vlak het vlak is loodrecht op de verplaatsingsrichting. Hierdoor wordt bereikt dat de strook tijdens het vouwen aan de convexe zijde van de plaat althans over een gedeelte van de breedte van de strook wordt onderworpen aan een loodrechte drukkracht F, in de richting (z), één en ander zodanig dat de versterkingsvezels ter hoogte van de vouwnaad gedwongen worden in het vlak (x,y) van de plaat uit te knikken volgens een regelmatig patroon. Dit patroon wordt schematisch weergegeven in Figuur 3(b). Deze figuur geeft schematisch een gevouwen plaat weer (midden), een zijaanzicht volgens de richting II (boven) en een bovenaanzicht (onder). Kijkt men volgens de richting IV tegen de zijkant van de gevouwen plaat aan, dan is een regelmatig patroon zichtbaar van in de richting II uitgeknikte vezels. Een plaat, gevouwen volgens de stand der techniek (Figuur 3(a)) vertoont,

1003167

vanuit de richting I bekeken, loodrecht op het vlak van de plaat uitgeknikte plaatlagen, eventueel met holtes h.

De uitvinding zal nu verder worden toegelicht
5 aan de hand van de volgende voorbeelden, zonder hier overigens toe te worden beperkt.

VOORBEELDEN

10 Materiaal

Vezelversterkte kunststofplaat op basis van vierkant glasweefsel en amorf polyethyleenterephtalaat (PET) met een vezelvolumegehalte van 50 vol.-% en dezelfde hoeveelheid glasvezel in ketting- en
15 inslagrichting. De plaat heeft een dikte van 2 mm en werd vervaardigd bij de firma DSM in Nederland (Destex™ 3000)

Vouwinrichting

20 Om de kunststofplaat te vouwen volgens de uitvinding werd gebruik gemaakt van een mal, bestaande uit twee maldelen (1) en (2) met, in een hoek van 20 graden, schuin aflopend loopvlak (Figuur 1; tilthoek α = 20 graden). De maldelen werden in een mechanische
25 trekbank (maximale kracht 2000 N) bevestigd, waarbij het drukdeel (1) door middel van een pinverbinding aan de traverse van de trekbank werd vastgemaakt. Door deze verbinding wordt rotatie van het drukdeel tijdens het vouwen toegelaten. Het drukdeel (1) werd met een laagje
30 koper bedekt dat vervolgens licht werd opgeruwd met schuurpapier om een goede grip te verkrijgen op de kunststofplaat tijdens het vouwen.

Om de kunststofplaat te vouwen volgens de stand der techniek werd eenzelfde mal gebruikt als
35 hierboven beschreven doch met een horizontaal verlopend loopvlak van het drukdeel (1) (Figuur 2; tilthoek α = 0 graden).

1003167

Werkwijze

Vóór het vouwen werden de kunststofplaten over een bepaalde strookbreedte aan beide zijden tegelijkertijd verwarmd door de zijden in contact te brengen met verwarmingselementen met een temperatuur van 360°C. De breedte van de verwarmde strook werd ingesteld zoals is aangegeven in Tabel 1 (10 of 15 mm). De verwarmingstijd bedroeg 120 seconden. In alle gevallen bedroeg de vouwhoek 90 graden. Elke plaat werd gevouwen door de plaat met zijn verwarmde strook tussen de maldelen aan te brengen en de maldelen naar elkaar toe te brengen. Na het vouwen werd de plaat afgekoeld tot kamertemperatuur.

15 Bepaling van de vouwnaadsterkte

Van elke op deze wijze gevouwen plaat werd de vouwnaadsterkte bepaald. Hiertoe werd de gevouwen plaat in een trekbank bevestigd met zijn concave kant naar boven gericht (tegengesteld aan de belastingsrichting), zoals is weergegeven in Figuur 5. Na breuk van de vouwnaad werd uit de gemeten maximale kracht de maximale trekspanning van de vouwnaad bepaald met behulp van volgende formule :

$$25 \quad \sigma = 6.M/w.t^2$$

waarbij σ = maximale trekspanning

M = maximaal buigmoment

w = breedte van de plaat

30 t = dikte van de plaat

Controle

De mechanische vouwnaadsterkte van de gevouwen platen werd vergeleken met de sterkte van een ongevouwen plaat (Experiment C1) en een ongevouwen plaat die dezelfde warmtebehandeling had ondergaan als de gevouwen platen (Experiment C2) (120 seconden bij 360°C).

1003167

Een overzicht van de voorbeelden volgens de uitvinding (I en II), de controle experimenten (C1 en C2) en de vergelijkende voorbeelden (A en B) wordt gegeven in Tabel 1.

5

Tabel 1 : Overzicht experimenten

| Experiment | C1 | C2 | A | B | I | II |
|-------------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Vouwhoek θ | - | 0 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Tilthoek α | - | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 |
| Verwarmde strookbreedte | - | 15 mm | 10 mm | 15 mm | 10 mm | 15 mm |

10

De verkregen mechanische eigenschappen worden vermeld in Tabel 2. De Residuele Buigsterkte geeft het percentage vouwnaadsterkte weer dat overblijft na vouwen van de plaat, t.o.v. de ongevouwen sterkte (426 MPa).

15

Tabel 2 : Mechanische vouwnaadsterkte

| Experiment | C1 | C2 | A | B | I | II |
|----------------------------|-----|-----|------|------|------|------|
| Buigsterkte σ (MPa) | 668 | 426 | 82 | 87 | 89 | 192 |
| Residuele Buigsterkte(%) | - | 0 % | 19 % | 20 % | 21 % | 45 % |

20

25

De platen gevouwen volgens de uitvinding (I en II) vertonen een residuele sterkte die bij een optimaal gekozen verwarmde strookbreedte minstens tweemaal hoger is dan de residuele sterkte van platen gevouwen volgens de bekende werkwijze (A en B).

30

1003167

C O N C L U S I E S

1. Werkwijze voor het vouwen van een vezelversterkte kunststofplaat, waarbij een zich langs weerszijden van de beoogde vouwnaad uitstrekkende strook van de plaat wordt verwarmd tot de geschikte vormgevingstemperatuur van de kunststof, de plaat om de verwarmde vouwnaad wordt gevouwen tot de beoogde vouwhoek, waarna de strook wordt afgekoeld tot onder de vormgevingstemperatuur van de kunststof, met het kenmerk, dat de strook tijdens het buigen aan de convexe zijde van de plaat althans over een gedeelte van haar breedte wordt onderworpen aan een loodrechte drukkracht, waarbij de drukkracht tevens een van nul verschillende componente heeft in het vlak van de plaat in de langsrichting van de strook.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de verhouding van de drukkrachtcomponente in de langsrichting van de strook tot de drukkrachtcomponente loodrecht op het vlak van de strook tenminste de tangens van 10 graden bedraagt.
3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de verhouding van de drukkrachtcomponente in de langsrichting van de strook tot de drukkrachtcomponente loodrecht op het vlak van de strook tenminste de tangens van 20 graden bedraagt.
4. Werkwijze volgens één der conclusies 1-3, met het kenmerk, dat de breedte B waarover de strook wordt verwarmd tot de vormgevingstemperatuur van de kunststof zodanig gekozen is dat :

$$(R + t) \cdot \theta < B < 5 \cdot (R + t) \cdot \theta$$

1003167

waarin R = kromtestraal van de vouw in mm

t = plaatdikte in mm

θ = vouwhoek in radialen

5. Werkwijze volgens één der conclusies 1-4, met het kenmerk, dat de breedte B waarover de strook wordt verwarmd tot de vormgevingstemperatuur van de kunststof zodanig gekozen is dat :

$$1,5.(R + t).\theta < B < 2,5.(R + t).\theta$$

waarin R = kromtestraal van de vouw in mm

t = plaatdikte in mm

θ = vouwhoek in radialen

6. Vezelversterkte kunststofplaat die een vouwnaad bevat, met het kenmerk, dat zij aan haar convexe zijde ter plekke van de vouwnaad geen loodrecht op het plaatvlak uitgeknikte huidlaag bevat.
7. Vezelversterkte kunststofplaat die een vouwnaad bevat met een buigsterkte die tenminste 30 % bedraagt van de buigsterkte van de ongevouwen plaat.
8. Vezelversterkte kunststofplaat die een vouwnaad bevat met een buigsterkte die tenminste 45 % bedraagt van de buigsterkte van dezelfde plaat, die niet werd gevouwen maar werd verwarmd tot de geschikte vormgevingstemperatuur van de kunststof, en vervolgens werd afgekoeld tot onder deze vormgevingstemperatuur.
9. Inrichting voor het vouwen van vezelversterkte kunststofplaten volgens een werkwijze, zoals beschreven in één der conclusies 1-5, omvattende verwarmingsmiddelen voor het verwarmen van een zich langs weerszijden van de beoogde vouwnaad uitstrekkende strook van de plaat, en buigmiddelen die de plaat om de verwarmde vouwnaad kunnen vouwen tot de beoogde vouwhoek, met het kenmerk, dat de buigmiddelen dusdanig zijn ingericht dat de

1003167

- strook tijdens het vouwen aan de convexe zijde van de plaat althans over een gedeelte van de breedte van de strook wordt onderworpen aan een loodrechte drukkracht, waarbij de drukkracht tevens een van
- 5 nul verschillende componenten heeft in de langsrichting van de strook, één en ander zodanig dat de versterkingsvezels ter hoogte van de vouwnaad gedwongen worden in het vlak van de plaat uit te knikken volgens een regelmatig patroon.
- 10 10. Inrichting volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat de buigmiddelen een buigmal omvatten, voorzien van een drukdeel (1) met een vooruitstekend profiel (1a) dat de vouwhoek bepaalt en bij het in werking zijn over een bepaald loopvlak in
- 15 aanraking komt met de te vouwen plaat, eveneens voorzien van een met het drukdeel (1) samenwerkend aanslagdeel (2) met een holte (2a) waarin het uitstekend profiel (1a) kan worden opgenomen en een aanslagvlak (2b) dat evenwijdig verloopt aan
- 20 het profiel (1a), en middelen om het drukdeel naar het aanslagdeel te kunnen verplaatsen, met het kenmerk, dat het loopvlak van het profiel (1a) en het aanslagvlak (2b) schuin verlopen ten opzichte van de verplaatsingsrichting.
- 25 11. Buigmal, kennelijk bestemd voor gebruik in een inrichting, zoals beschreven in conclusie 9 of 10.
12. Vezelversterkt voorwerp dat een gevouwen vezelversterkte kunststofplaat, verkregen volgens een werkwijze zoals beschreven in één der
- 30 conclusies 1-5, bevat.

1003167

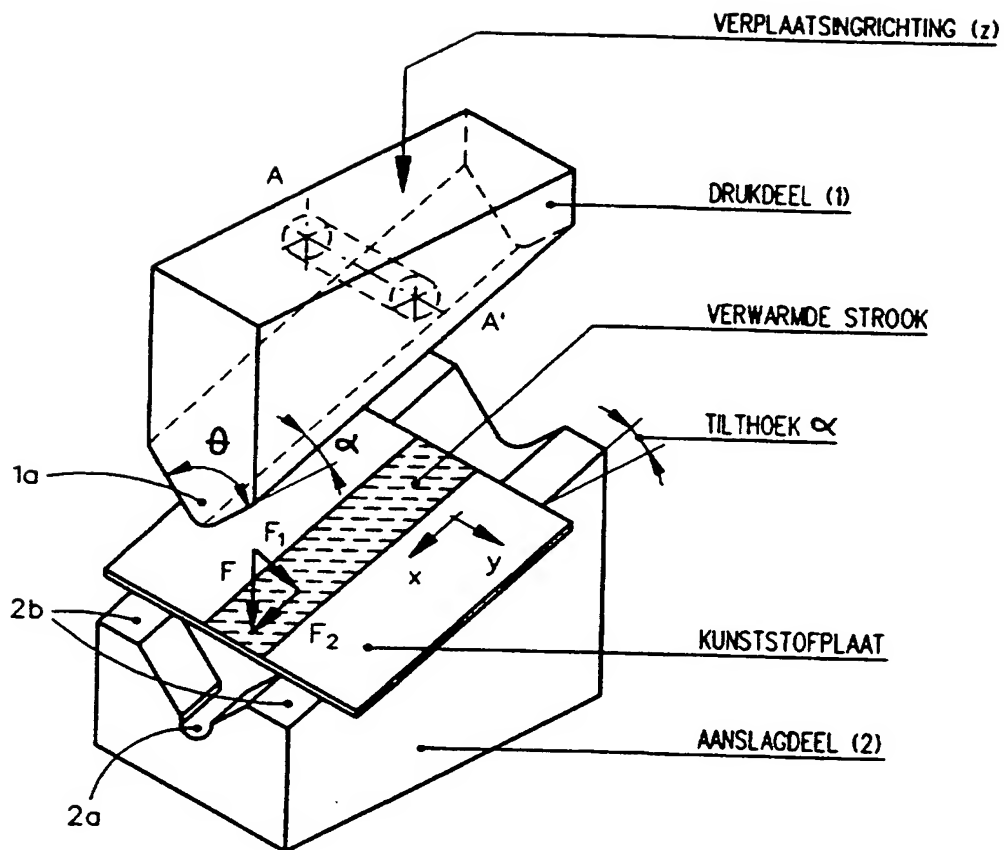


FIG. 1

1003167

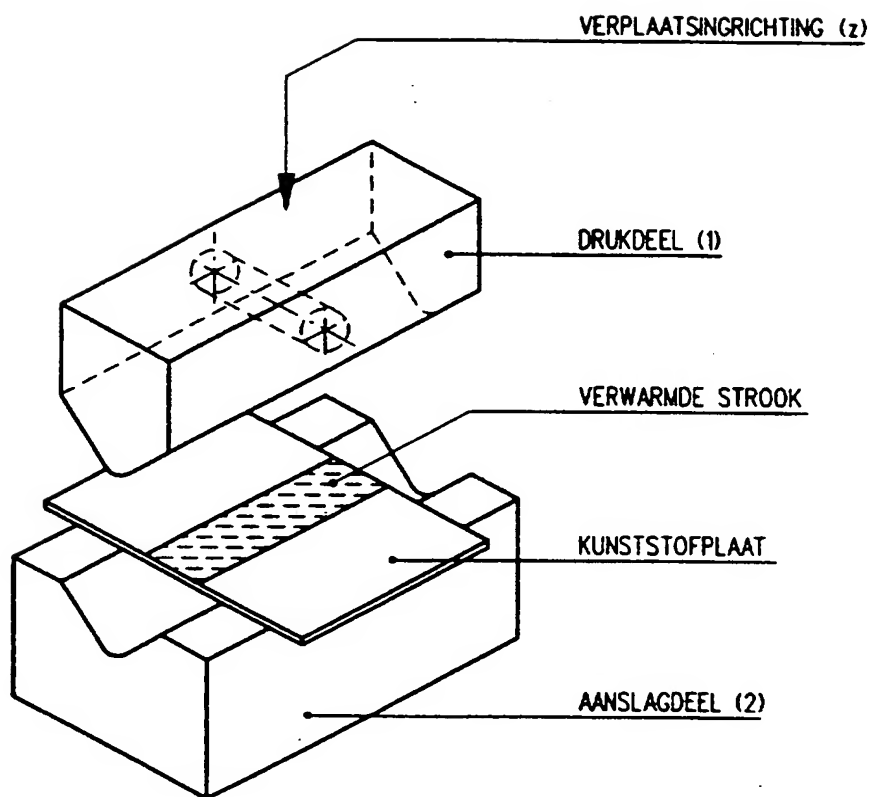


FIG. 2

1003167

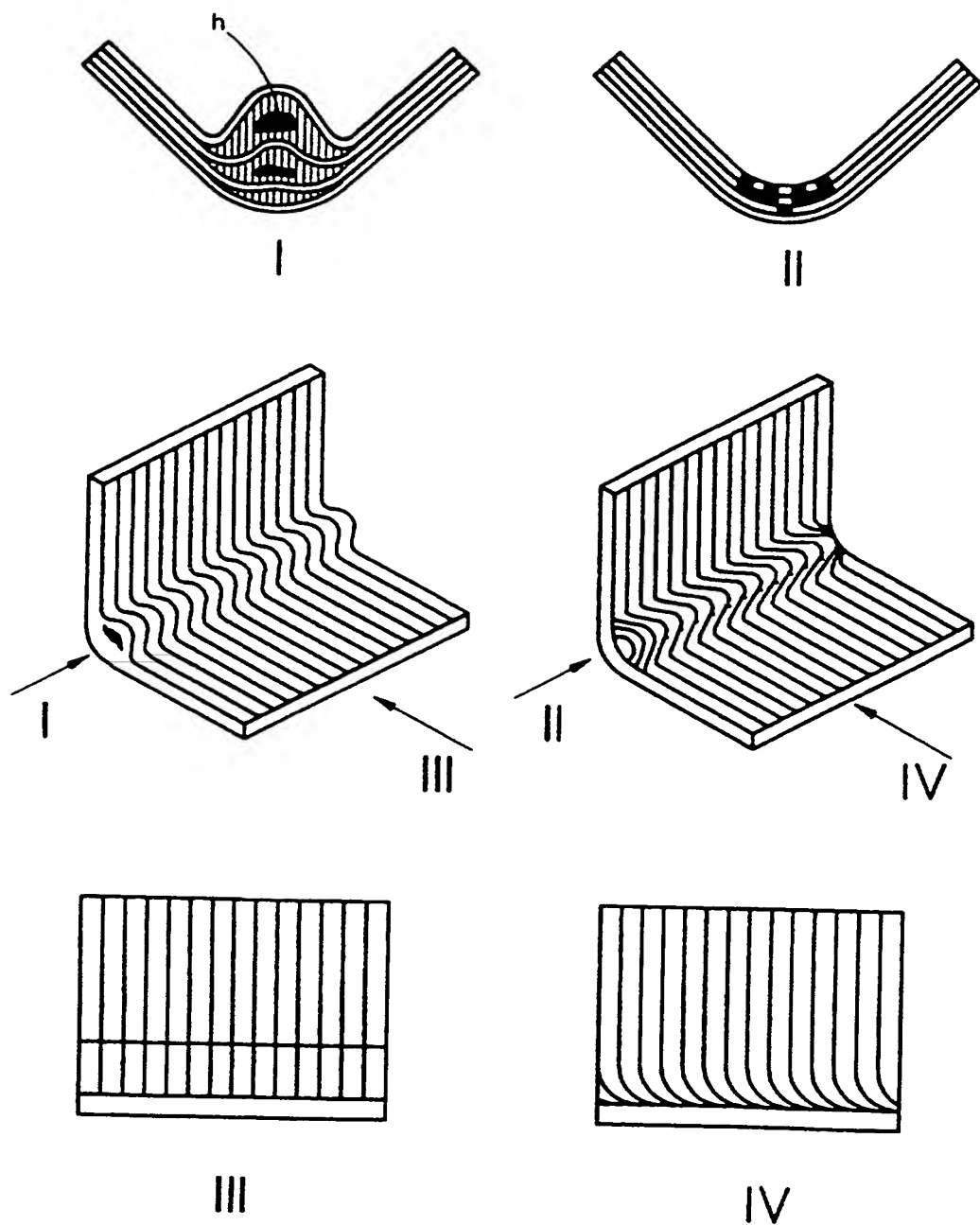


FIG. 3 (a)

FIG. 3 (b)

1003167

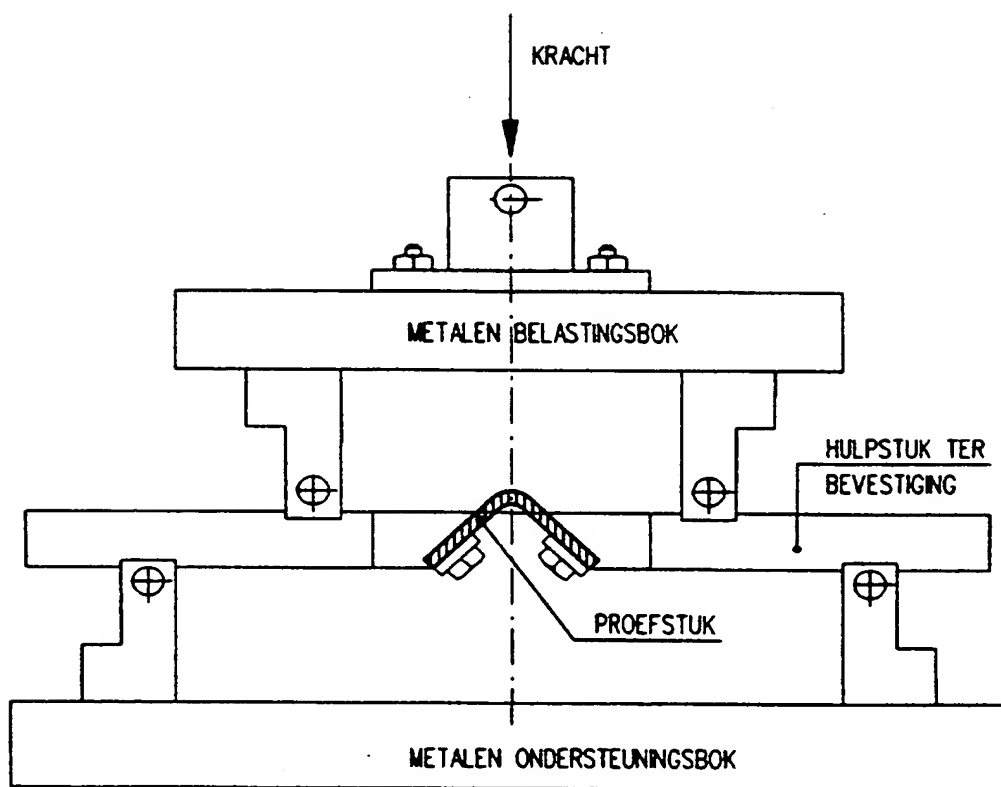


FIG. 4

1003167

**RAPPORT BETREFFENDE
NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE**

| IDENTIFIKATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE | Kenmerk van de aanvraag of van de gemachtigde 8549NL | | | | | | |
|---|---|----------------------------------|--|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| Nederlandse aanvraag nr. 1003167 | Indieningsdatum 20 mei 1996 | | | | | | |
| | Ingeroepen voorrangsdatum | | | | | | |
| Aanvrager (Naam) DSM N.V. | | | | | | | |
| Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type -- | Door de instantie voor Internationaal Onderzoek (ISA) aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN 27645 NL | | | | | | |
| I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven) Volgens de internationale classificatie (IPC) Int. Cl. ⁶ : B 29 C 53/06, B 29 C 53/84, B 29 C 70/40 | | | | | | | |
| II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Onderzochte minimum documentatie</th> </tr> <tr> <th style="width: 30%;">Classificatiesysteem</th> <th>Classificatiesymbolen</th> </tr> <tr> <td style="height: 150px; vertical-align: top;">Int. Cl.⁶</td> <td style="vertical-align: top;">B 29 C, B 31 F</td> </tr> </table> | | Onderzochte minimum documentatie | | Classificatiesysteem | Classificatiesymbolen | Int. Cl. ⁶ | B 29 C, B 31 F |
| Onderzochte minimum documentatie | | | | | | | |
| Classificatiesysteem | Classificatiesymbolen | | | | | | |
| Int. Cl. ⁶ | B 29 C, B 31 F | | | | | | |
| Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen <div style="height: 150px;"></div> | | | | | | | |
| III. <input type="checkbox"/> GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES (opmerkingen op aanvullingsblad) | | | | | | | |
| IV. <input type="checkbox"/> GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING (opmerkingen op aanvullingsblad) | | | | | | | |

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

NL 8167

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP

IPC 6 B29C53/06 B29C53/84 B29C70/40

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHETE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)

IPC 6 B29C B31F

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het internationaal nieuwheidsonderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

| Categorie * | Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages | Van belang voor conclusie nr. |
|-------------|--|-------------------------------|
| X | COMPOSITES MANUFACTURING, deel 2, nr. 3 / 04, 1 Januari 1991, bladzijden 208-216, XP000274497 COGSWELL F N: "THE EXPERIENCE OF THERMOPLASTIC STRUCTURAL COMPOSITES DURING PROCESSING" zie figuur 7 | 6 |
| A | --- | 1,7-12 |
| E | CH,A,686 820 (TEICHMANN MARTIN) 15 Juli 1996 zie kolom 2, regel 27 - kolom 3, regel 28 zie figuren --- -/- | 6 |

☒ Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

☒ Leden van dezelfde octrooifamilie zijn vermeld in een bijlage

* Speciale categorieën van aangehaalde documenten

- *A* document dat de algemene stand van de techniek weergeeft, maar niet beschouwd wordt als zijnde van bijzonder belang
- *E* eerder document, maar gepubliceerd op de datum van indiening of daarna
- *L* document dat het beroep op een recht van voorrang aan twijfel onderhevig maakt of dat aangehaald wordt om de publicatiedatum van een andere aanhaling vast te stellen of om een andere reden zoals aangegeven
- *O* document dat betrekking heeft op een mondelinge uiteenzetting, een gebruik, een tentoonstelling of een ander middel
- *P* document gepubliceerd voor de datum van indiening maar na de ingeroepen datum van voorrang

- *T* later document, gepubliceerd na de datum van indiening of datum van voorrang en niet in strijd met de aanvraag, maar aangehaald ter verduidelijking van het principe of de theorie die aan de uitvinding ten grondslag ligt
- *X* document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet als nieuw worden beschouwd of kan niet worden beschouwd op inventiviteit te berusten
- *Y* document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet worden beschouwd als inventief wanneer het document beschouwd wordt in combinatie met één of meerdere soortgelijke documenten, en deze combinatie voor een deskundige voor de hand ligt
- *Z* document dat deel uitmaakt van dezelfde octrooifamilie

Datum waarop het nieuwheidsonderzoek van internationaal type werd voltooid

10 Januari 1997

Verzenddatum van het rapport van het nieuwheidsonderzoek van internationaal type

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tél. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Lanaspeze, J

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

1003167

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

| Categorie * | Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages | Van belang voor conclusie nr. |
|-------------|---|----------------------------------|
| A | COMPOSITE POLYMERS, deel 3, nr. 1, 1 Januari 1990, bladzijden 31-47, XP000161433 VAN DREUMEL W H M ET AL: "ORIGAMI-TECHNOLOGY CREATIVE MANUFACTURING OF ADVANCED COMPOSITE PARTS" in de aanvraag genoemd zie bladzijde 35 --- | 1-12 |
| A | EP,A,0 456 121 (WEGENER GMBH) 13 November 1991 zie bladzijde 3, regel 7 - regel 33 ----- | 1-12 |

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van onderzoek om een nieuwheidsonderzoek

NL 1003167

| In het rapport genoemd octrooigecrschrift | Datum van publicatie | Overeenkomend(e) geschrift(en) | Datum van publicatie |
|--|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| CH-A-686820 | 15-07-96 | GEEN | |
| EP-A-0456121 | 13-11-91 | AT-T- 120125 | 15-04-95 |
| | | DE-D- 59104977 | 27-04-95 |
| | | ES-T- 2072477 | 16-07-95 |
| | | JP-A- 4229226 | 18-08-92 |
| | | US-A- 5326249 | 05-07-94 |

BEST AVAILABLE COPY



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)